

Docket No. 247648US90/ims

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Atsushi FUKUDA, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/758,232

EXAMINER:

FILED: January 16, 2004

FOR: A METHOD AND SYSTEM FOR MEASURING A POSITION, POSITION MEASURING DEVICE,
AND AN IN VIVO RADIO DEVICE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2003-008739	January 16, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Bradley D. Lytle

Registration No. 40,073

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26,803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 1 6 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 0 8 7 3 9
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 0 8 7 3 9]

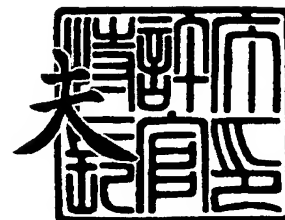
出 願 人 株 式 会 社 エヌ ・ ティ ・ ティ ・ ド コ モ
Applicant(s):



2 0 0 4 年 1 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康





【書類名】 特許願

【整理番号】 ND14-0436

【提出日】 平成15年 1月16日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G01S 5/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ
・ ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 福田 敦史

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ
・ ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 垂澤 芳明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ
・ ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 寺田 矩芳

【特許出願人】

【識別番号】 392026693

【氏名又は名称】 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

【代理人】

【識別番号】 100070150

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1



【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 位置測定方法、位置測定システム、位置測定装置及び生体内無線装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 生体内に投入される生体内無線装置の位置を測定する位置測定方法において、

前記生体内無線装置が生体情報を含む信号又は位置測定用の信号を送信する手順と、

生体外に配置される複数の生体外無線装置が前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号を受信する手順と、

前記複数の生体外無線装置による前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の受信の態様に基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定する手順と、

を備えることを特徴とする位置測定方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の位置測定方法において、

前記生体内無線装置の位置を測定する手順は、前記複数の生体外無線装置により前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の位相差、及び、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする位置測定方法。

【請求項 3】 生体内に投入される生体内無線装置の位置を測定する位置測定方法において、

生体外に配置される複数の生体外無線装置が位置測定用の信号を送信する手順と、

前記生体内無線装置が前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号を受信する手順と、

前記生体内無線装置による前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号

の受信の態様に基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定する手順と、
を備えることを特徴とする位置測定方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の位置測定方法において、

前記生体内無線装置の位置を測定する手順は、前記生体内無線装置により前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記生体内無線装置により受信された前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の位相差、及び、前記生体内無線装置により受信された前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする位置測定方法。

【請求項 5】 生体内に投入される生体内無線装置と、生体外に配置される複数の生体外無線装置と、位置測定装置とを有する位置測定システムにおいて、

前記生体内無線装置は、

生体情報を含む信号又は位置測定用の信号を送信する送信手段を備え、

前記複数の生体外無線装置は、

前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号を受信する受信手段を備え、

前記位置測定装置は、

前記複数の生体外無線装置による前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の受信の態様に基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定する位置測定手段を備えることを特徴とする位置測定システム。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の位置測定システムにおいて、

前記位置測定手段は、前記複数の生体外無線装置により前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の位相差、及び、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする位置測定システム。

【請求項 7】 生体内に投入される生体内無線装置と、生体外に配置される

複数の生体外無線装置とを有する位置測定システムにおいて、
前記複数の生体外無線装置は、
位置測定用の信号を送信する送信手段を備え、
前記生体内無線装置は、
前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号を受信する受信手段と、
前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の受信の態様に基づいて、
前記生体内無線装置の位置を測定する位置測定手段と、
を備えることを特徴とする位置測定システム。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の位置測定システムにおいて、
前記位置測定手段は、前記受信手段により前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記受信手段により受信された前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の位相差、及び、前記受信手段により受信された前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする位置測定システム。

【請求項 9】 請求項 7 又は 8 に記載の位置測定システムにおいて、
前記生体内無線装置は、
前記位置測定手段により測定された生体内無線装置の位置の情報を前記生体外無線装置へ通知する位置情報通知手段を備えることを特徴とする位置測定システム。

【請求項 10】 生体内に投入される生体内無線装置の位置を測定する位置測定装置において、

複数の生体外無線装置による前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の受信の態様に基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定する位置測定手段を備えることを特徴とする位置測定装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の位置測定装置において、
前記位置測定手段は、前記複数の生体外無線装置により前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信

号又は位置測定用の信号の位相差、及び、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする位置測定装置。

【請求項 12】 生体内に投入される生体内無線装置において、
複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号を受信する受信手段と、
前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の受信の態様に基づいて、
前記生体内無線装置の位置を測定する位置測定手段と、
を備えることを特徴とする生体内無線装置。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の生体内無線装置において、
前記位置測定手段は、前記受信手段により前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記受信手段により受信された前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の位相差、及び、前記受信手段により受信された前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする生体内無線装置。

【請求項 14】 請求項 12 又は 13 に記載の生体内無線装置において、
前記位置測定手段により測定された生体内無線装置の位置の情報を前記生体外無線装置へ通知する位置情報通知手段を備えることを特徴とする生体内無線装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、生体内に投入される生体内無線装置の位置を測定する位置測定方法と、当該位置測定方法が適用される位置測定システム、位置測定装置及び生体内無線装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、生体内の情報を生体外において取得する医療機器として内視鏡が用

いられている。この内視鏡は、ケーブルの先端にカメラが取り付けられた構成を有している。カメラは、生体内の所定箇所（例えば患部）を撮影する。撮影された画像は、ケーブルによって伝送され、生体外のモニタ装置に表示される。しかしながら、カメラが生体内の所定箇所まで搬送される際、当該カメラに接続されたケーブルが体内に引き回されることになるため、生体への負担が大きい。

【 0 0 0 3 】

そこで、生体への負担を軽減させるべく、生体内の情報を生体外へ伝送する手段として、電波の利用が考えられた。この電波利用の手法では、小型のカプセル鏡材の形状を有するカメラが用いられ、患者は、このカメラを飲み込む。生体内に投入されたカメラは、生体外の装置から電波により伝送される各種操作信号に応じて生体内を移動しつつ撮影を行う。撮影された画像は、電波により生体外のモニタ装置まで伝送され、当該モニタ装置に表示される（例えば非特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 4 】

【非特許文献 1】

「RF ロボットカプセル内視鏡」、[online]、[平成 1 4 年 1 2 月 1 9 日検索]、インターネット<URL : <http://www.rfnorika.com/norikap1.html>>

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、医師が、撮影された画像を治療行為等の参考にするためには、その撮影された画像がどの部分の画像であるか、換言すれば、生体内に投入されたカメラがどこにあるのかを的確に把握する必要がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記問題点を解決するものであり、その課題は、生体内に投入された機器の位置を的確に測定することが可能な位置測定方法、位置測定システム及び位置測定装置を提供することである。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明は請求項 1 に記載されるように、生体内に

投入される生体内無線装置の位置を測定する位置測定方法において、前記生体内無線装置が生体情報を含む信号又は位置測定用の信号を送信する手順と、生体外に配置される複数の生体外無線装置が前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号を受信する手順と、前記複数の生体外無線装置による前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の受信の態様に基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定する手順とを備えることを特徴とする。

【0008】

また、本発明は請求項2に記載されるように、請求項1に記載の位置測定方法において、前記生体内無線装置の位置を測定する手順は、前記複数の生体外無線装置により前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の位相差、及び、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする。

【0009】

また、本発明は請求項3に記載されるように、生体内に投入される生体内無線装置の位置を測定する位置測定方法において、生体外に配置される複数の生体外無線装置が位置測定用の信号を送信する手順と、前記生体内無線装置が前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号を受信する手順と、前記生体内無線装置による前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の受信の態様に基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定する手順とを備えることを特徴とする。

【0010】

また、本発明は請求項4に記載されるように、請求項3に記載の位置測定方法において、前記生体内無線装置の位置を測定する手順は、前記生体内無線装置により前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記生体内無線装置により受信された前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の位相差、及び、前記生体内無線装置により受信された前記複数の生体

外無線装置からの位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする。

【0011】

また、本発明は請求項5に記載されるように、生体内に投入される生体内無線装置と、生体外に配置される複数の生体外無線装置と、位置測定装置とを有する位置測定システムにおいて、前記生体内無線装置は、生体情報を含む信号又は位置測定用の信号を送信する送信手段を備え、前記複数の生体外無線装置は、前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号を受信する受信手段を備え、前記位置測定装置は、前記複数の生体外無線装置による前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の受信の態様に基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定する位置測定手段を備えることを特徴とする。

【0012】

また、本発明は請求項6に記載されるように、請求項5に記載の位置測定システムにおいて、前記位置測定手段は、前記複数の生体外無線装置により前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の位相差、及び、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする。

【0013】

また、本発明は請求項7に記載されるように、生体内に投入される生体内無線装置と、生体外に配置される複数の生体外無線装置とを有する位置測定システムにおいて、前記複数の生体外無線装置は、位置測定用の信号を送信する送信手段を備え、前記生体内無線装置は、前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号を受信する受信手段と、前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の受信の態様に基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定する位置測定手段とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、本発明は請求項 8 に記載されるように、請求項 7 に記載の位置測定システムにおいて、前記位置測定手段は、前記受信手段により前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記受信手段により受信された前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の位相差、及び、前記受信手段により受信された前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

また、本発明は請求項 9 に記載されるように、請求項 7 又は 8 に記載の位置測定システムにおいて、前記生体内無線装置は、前記位置測定手段により測定された生体内無線装置の位置の情報を前記生体外無線装置へ通知する位置情報通知手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、本発明は請求項 1 0 に記載されるように、生体内に投入される生体内無線装置の位置を測定する位置測定装置において、複数の生体外無線装置による前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の受信の態様に基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定する位置測定手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

また、本発明は請求項 1 1 に記載されるように、請求項 1 0 に記載の位置測定装置において、前記位置測定手段は、前記複数の生体外無線装置により前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の位相差、及び、前記複数の生体外無線装置により受信された前記生体内無線装置からの生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

また、本発明は請求項 12 に記載されるように、生体内に投入される生体内無線装置において、複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号を受信する受信手段と、前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の受信の態様に基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定する位置測定手段とを備えることを特徴とする。

【0019】

また、本発明は請求項 13 に記載されるように、請求項 12 に記載の生体内無線装置において、前記位置測定手段は、前記受信手段により前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号が受信された時刻の差、前記受信手段により受信された前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の位相差、及び、前記受信手段により受信された前記複数の生体外無線装置からの位置測定用の信号の到来方向の何れかに基づいて、前記生体内無線装置の位置を測定することを特徴とする。

【0020】

また、本発明は請求項 14 に記載されるように、請求項 12 又は 13 に記載の生体内無線装置において、前記位置測定手段により測定された生体内無線装置の位置の情報を前記生体外無線装置へ通知する位置情報通知手段を備えることを特徴とする。

【0021】

本発明によれば、生体外に配置される複数の生体外無線装置における、生体内に投入される生体内無線装置から送信される生体情報を含む信号又は位置測定用の信号の受信の態様、具体的には、各信号が受信された時刻の差、各信号の位相差、各信号の到来方向の何れかに基づいて、生体内無線装置の位置が的確に測定される。

【0022】

また、本発明によれば、生体内に投入される生体内無線装置における、生体外に配置される複数の生体外無線装置から送信される位置測定用の信号の受信の態様、具体的には、各信号が受信された時刻の差、各信号の位相差、各信号の到来方向の何れかに基づいて、生体内無線装置の位置が的確に測定される。

【0023】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

(実施例1)

図1は、実施例1における位置測定システムの構成例を示す図である。同図に示す位置測定システムは、生体500内に投入される生体内無線装置100と、生体500の外部に配置される生体外無線装置200-1～200-n（以下、これら生体外無線装置200-1～200-nをまとめて、適宜「生体外無線装置200」と称する）と、位置測定装置300と、制御装置400により構成される。

【0024】

実施例1における位置測定システムでは、各生体外無線装置200が生体内無線装置100から送信される信号を受信し、位置測定装置300がその受信態様に基づいて、生体内無線装置100の位置を測定する。

【0025】

図2は、実施例1における生体内無線装置100の構成例を示す図である。同図に示す生体内無線装置100は、アンテナ101、送受信部110、制御部120及び生体情報取得部130を備える。

【0026】

送受信部110は、制御装置400から生体外無線装置200を介して送信される、生体内無線装置100の動作を制御するための制御信号を、アンテナ101を介して受信し、制御部120へ送る。制御部120は、制御信号に基づいて、生体内無線装置100の移動や、投薬、生体内部の切断等の制御を行う。また、制御部120は、制御信号に基づいて、生体情報取得部130を制御する。生体情報取得部130は、カメラやマイクを内蔵しており、制御部120による制御に応じて、生体内を撮影したり、生体内の音を収集し、画像信号や音声信号を生体情報信号として送受信部110へ送る。

【0027】

送受信部110は、生体情報信号を、アンテナ101を介して生体外へ送信す

る。あるいは、送受信部 110 は、生体情報信号の他に、位置測定用信号を定期的に、アンテナ 101 を介して生体外へ送信する。送受信部 110 が生体情報信号と位置測定用信号の双方を送信する場合、図 3 に示すように、これらの信号が多重化される。

【0028】

各生体外無線装置 200 は、生体情報信号や位置測定用信号を受信し、これらを位置測定装置 300 へ送信する。位置測定装置 300 は、各生体外無線装置 200 における生体情報信号や位置測定用信号の受信の態様に基づいて、生体内無線装置 100 の位置を測定する。

【0029】

図 4 は、実施例 1 における生体外無線装置 200 及び位置測定装置 300 の構成例を示す図である。同図に示す生体外無線装置 200 は、送受信部 210 を備える。なお、図 4 においては、生体外無線装置 200-1 のみ構成が示されているが、他の生体外無線装置 200-2 ~ 200-n も、生体外無線装置 200-1 と同様の構成を有する。一方、位置測定装置 300 は、送受信部 310 及び位置測定部 320 を備える。

【0030】

以下、位置測定部 320 が、各生体外無線装置 200 における信号の受信時刻の差に基づいて生体内無線装置 100 の位置を測定する実施例（実施例 1-1）、各生体外無線装置 200 において受信された信号の位相差に基づいて生体内無線装置 100 の位置を測定する実施例（実施例 1-2）、及び、各生体外無線装置 200 において受信された信号の到来方向に基づいて生体内無線装置 100 の位置を測定する実施例（実施例 1-3）について説明する。

（実施例 1-1）

本実施例においては、位置測定装置 300 は、各生体外無線装置 200 における信号の受信時刻の差に基づいて生体内無線装置 100 の位置を測定する。具体的には、生体内無線装置 100 内の送受信部 110 は、生体情報信号や位置測定用信号を送信する際に、これらの信号に現在時刻、即ち送信時の時刻（以下、「送信時刻」と称する）を含めて送信する。各生体外無線装置 200 内の送受信部

210は、生体情報信号や位置測定用信号を受信すると、これらの信号に現在時刻、即ち受信時の時刻（以下、「受信時刻」と称する）を含めて位置測定装置300へ送信する。位置測定装置300内の送受信部310は、各生体外無線装置200から送信される生体情報信号や位置測定用信号を受信し、位置測定部320へ送る。

【0031】

位置測定部320は、生体情報信号や位置測定用信号に含まれる送信時刻及び受信時刻と、既知である各生体外無線装置200の位置とに基づいて、生体内無線装置100の位置を測定する。具体的には、位置測定部320は、送信時刻 t_0 、受信時刻 t_i 、光速 c に基づいて、生体内無線装置100と i 番目の生体外無線装置200との距離 r_i について以下の数1を生成する。

【0032】

【数1】

$$r_i = c(|t_0 - t_i|)$$

ここで、 c は光速である。但し、生体500の物質は誘電体であるため、空間における光速とは異なる。このため、既知である生体内無線装置100の経路情報を元に補正された光速 c を用いることが好ましい。

【0033】

また、位置測定部320は、生体内無線装置100の位置 (x_0, y_0, z_0) 、 i 番目の生体外無線装置200の位置 (x_i, y_i, z_i) に基づいて、生体内無線装置100と i 番目の生体外無線装置200との距離 r_i について、以下の数2を生成する。

【0034】

【数 2】

$$r_i = \sqrt{(x_0 - x_i)^2 + (y_0 - y_i)^2 + (z_0 - z_i)^2} + s$$

但し、 s は、各生体外無線装置 200 間の時間誤差が算出される距離に与える影響を示す。

【0035】

位置測定部 320 は、生体内無線装置 100 と 4 個の生体外無線装置 200 との距離について、上述した数 1 及び数 2 を生成し、4 個の未知数である x_0 、 y_0 、 z_0 と s とを求める。なお、各生体外無線装置 200 間の時間誤差がない場合、 $s = 0$ である。従って、この場合には、位置測定部 320 は、生体内無線装置 100 と 3 個の生体外無線装置 200 との距離について、上述した数 1 及び数 2 を生成し、3 個の未知数である x_0 、 y_0 、 z_0 を求める。

(実施例 1-2)

本実施例においては、位置測定装置 300 は、各生体外無線装置 200 において受信された信号の位相差に基づいて生体内無線装置 100 の位置を測定する。具体的には、位置測定装置 300 内の位置測定部 320 は、生体情報信号や位置測定用信号の波長 λ 、生体内無線装置 100 の位置 p_0 、 i 番目の生体外無線装置 200 の位置 p_i に基づいて、 i 番目の生体外無線装置 200 によって受信された生体情報信号や位置測定用信号の受信位相 ϕ_i を以下の数 3 より求める。

【0036】

【数 3】

$$\phi_i = \frac{2\pi}{\lambda} (\|p_0 - p_i\| - k_i \lambda)$$

ここで、 k_i は、 i 番目の生体外無線装置 2 0 0 に対応する所定の値である。

【0 0 3 7】

また、位置測定部 3 2 0 は、受信信号である生体情報信号や位置測定用信号を以下の数 4 により求める。

【0 0 3 8】

【数 4】

$$r_i(t) = \exp[j\phi_i]$$

更に、位置測定部 3 2 0 は、 i 番目の生体外無線装置 2 0 0 における受信信号の位相 ϕ_i と、 j 番目の生体外無線装置 2 0 0 における受信信号の位相 ϕ_j との位相差 $\Delta\phi_{ij} \equiv \phi_i - \phi_j$ を、数 5 を用いてこれら受信信号の相関を求めることにより導出する。

【0 0 3 9】

【数5】

$$\text{Arg}\langle r_i(t)r_j^*(t) \rangle = \exp[j(\phi_i - \phi_j)] = \exp[j\phi_{ij}]$$

ここで、 $\text{Arg}\langle \rangle$ は時間平均を、 $*$ は複素共役を示す。

【0040】

一方、生体内無線装置100から*i*番目の生体外無線装置200までの距離と、生体内無線装置100から*j*番目の生体外無線装置200までの距離との差 r_{ij} は、生体内無線装置100の位置 (x_0, y_0, z_0) 、*i*番目の生体外無線装置200の位置 (x_i, y_i, z_i) 、*j*番目の生体外無線装置200の位置 (x_j, y_j, z_j) とすると、以下の数6となる。

【0041】

【数6】

$$r_{ij} = \sqrt{(x_0 - x_i)^2 + (y_0 - y_i)^2 + (z_0 - z_i)^2} - \sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2 + (z_0 - z_j)^2}$$

また、位置測定部320は、この距離差 r_{ij} を、位相差 $\Delta\phi_{ij}$ に基づいて、以下の数7より求める。

【0042】

【数 7】

$$r_{ij} = \frac{2\pi}{\lambda} (\Delta\phi_{ij} + 2\pi N_{ij})$$

ここで、 N_{ij} は信号の経路差の整数値バイアスであり、既知または推定可能な値である。

【0043】

位置測定部 320 は、2 個の生体外無線装置 200 の組み合わせを 3 組形成し、各組み合わせに対応する位相差を、それぞれ数 7 に代入する。更に、位置測定部 320 は、数 7 の値のそれぞれを数 6 に代入して 3 元連立方程式を生成する。そして、位置測定部 320 は、この 3 元連立方程式を解くことにより、生体内無線装置 100 の位置 (x_0 , y_0 , z_0) を求める。

【0044】

なお、数 6 を満足する生体内無線装置 100 の位置 (x_0 , y_0 , z_0) は、図 5 に示すような放物面で表される 2 個の生体外無線装置 200 の組み合わせに対応する第 1 の位相差 $\Delta\phi_{ij}$ の等位相差面上の何れかにあり、この等位相差面と、更に別の 2 個の生体外無線装置 200 の組み合わせに対応する位相差（第 1 の位相差と同一）の等位相差面との交点から求められる。

(実施例 1-3)

本実施例においては、位置測定装置 300 は、各生体外無線装置 200 において受信された信号の到来方向に基づいて生体内無線装置 100 の位置を測定する。この場合、生体外無線装置 200 内のアンテナ 201 には、アレーアンテナが用いられ、特に、構成を簡単にすべく、リニアアレーが用いられる。図 6 は、K 個の素子によって構成されるリニアアレーの概念図である。

【0045】

図 6 に示すリニアアレーの出力（アレー出力） $y(t)$ は、以下の数 8 で示さ

れる。

【0 0 4 6】

【数 8】

$$y(t) = W^H X(t)$$

ここで、入力ベクトル $X(t)$ は

【0 0 4 7】

【数 9】

$$X(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_k(t)]^T$$

であり、

【0 0 4 8】

【数 1 0】

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_k]^T$$

である。位置測定装置 3 0 0 内の位置測定部 3 2 0 は、このアレー出力 $y(t)$ に基づいて、以下の数 1 1 により、リニアアレーの出力電力 P_{out} を算出する

。

【0 0 4 9】

【数 1 1】

$$P_{\text{out}} = \frac{1}{2} E \left[|y(t)|^2 \right] = \frac{1}{2} W^H R_{xx} W$$

ここで、

【0050】

【数 1 2】

$$R_{xx} = E[X(t)X^H(t)]$$

である。更に、位置測定部 320 は、以下の数 13 により、生体外無線装置 200 のアンテナ 201 に到来した信号の方向ベクトル V を算出する。

【0051】

【数 1 3】

$$V = \left[\exp\left(-j\frac{2\pi}{\lambda}d_1\sin\phi\right), \dots, \exp\left(-j\frac{2\pi}{\lambda}d_k\sin\phi\right) \right]^T \equiv a(\phi)$$

ここで、 ϕ は到来角、 d_k は所定の基準点からアンテナ 201 の k 番目の素子までの距離を示す。入力ベクトル $X(t)$ は、以下の数 14 により表される。

【0052】

【数 14】

$$X(t) = F(t)a(\phi) + N(t)$$

ここで、 $F(t)$ はアンテナ 201 に到来した信号の波形である。また、 $N(t)$ は熱雑音ベクトルであり、その成分は平均が 0 で分散が σ^2 の独立な複素ガウス過程を示す。位置測定部 320 は、アンテナ 201 を駆動させ、到来角 ϕ を -90 度から 90 度まで変化させることで、リニアアレーの出力電力 P_{out} のピークを探す。位置測定部 320 は、ピーク時の到来角を ψ として、以下の数 15 によりリニアアレーの出力電力 P_{out} を算出する。

【0053】

【数 15】

$$P_{out} = \frac{1}{2} a^H(\phi) R_{xx} a(\phi)$$

更に、位置測定部 320 は、このリニアアレーの出力電力 P_{out} を正規化して以下の数 16 により到来信号の角度分布を算出する。

【0054】

【数 16】

$$P_{BF}(\phi) = \frac{P_{out}}{a^H(\phi)a(\phi)/2} = \frac{a^H(\phi)R_{xx}a(\phi)}{a^H(\phi)a(\phi)}$$

位置測定部 320 は、この数 16 により求められる $P_{BF}(\phi)$ のピークの位置により、到来方向を認識する。更に、位置測定部 320 は、少なくとも 3 個の生体外無線装置 200 のアンテナ 201 における到来方向を認識する。そして、位置測定部 320 は、各到来方向を示す方向ベクトルの交差位置を生体内無線装置 100 の位置として認識する。

【0055】

なお、位置測定部 320 は、生体内無線装置 100 の移動経路が既知である場合には、その経路情報をも用いて位置を測定することにより、測定精度を向上させることができる。

【0056】

ところで、位置測定の精度を向上させるために、生体外無線装置 200 は、他からの干渉を極力小さくし、信号を効率的に伝送することが必要となる。図 7 は、このような効率的な伝送を可能とする光技術を適用した生体外無線装置 200 及び位置測定装置 300 の構成例を示す図である。

【0057】

生体外無線装置 200 内のアンテナ 201 と送受信部 210 とは、光変調器型電界センサを構成する。アンテナ 201 は、2 本の金属電極棒を、空隙を介して直列に配置し、電磁界中に配置されたものである。送受信部 210 内の光変調器 213 は、この空隙に誘起される電圧を、光信号に変換する。変換された光信号は、光ファイバ 250 を介して位置測定装置 300 へ送信される。なお、送受信部 210 内には、光源 211 が構成される。この光源 211 は、高出力の半導体励起 YAG レーザであり、光ファイバ 212 を介して光変調器 213 へ光を供給

する。光変調器 213 は、高感度のマッファチェンダ光干渉計であり、変換した光信号の感度を光源 211 から光により向上させることができる。

【0058】

位置測定装置 300 内の送受信部 310 は、光検出器 311 を備える。光検出器 311 は、生体外無線装置 200 内の光変調器 213 から送信される光信号を電気信号に変換する。位置測定部 320 は、信号処理装置 321 を備える。この信号処理装置 321 は、光検出器 311 からの電気信号に基づいて、上述した手法により生体内無線装置 100 の位置を測定するための各種信号処理を行う。

【0059】

このように、生体外無線装置 200 が生体内無線装置 100 からの信号を光信号に変換して位置測定装置 300 へ伝送することにより、伝送中の干渉を受けにくく、正確な位置測定が可能となる。

【0060】

図 8 は、実施例 1 における位置測定システムの動作を示すシーケンス図である。生体内無線装置 100 は、生体情報信号や位置測定用信号を生体外へ送信する（ステップ 101）。生体外無線装置 200 は、生体情報信号や位置測定用信号を受信し、これらを位置測定装置 300 へ送信する（ステップ 102）。位置測定装置 300 は、生体外無線装置 200 における生体情報信号や位置測定用信号の受信の態様を認識し（ステップ 103）、この受信態様に基づいて、生体内無線装置 100 の位置を測定する（ステップ 104）。

（実施例 2）

図 9 は、実施例 2 における位置測定システムの構成例を示す図である。同図に示す位置測定システムは、生体 500 内に投入される生体内無線装置 100 と、生体 500 の外部に配置される生体外無線装置 200-1～200-n（生体外無線装置 200）と、制御装置 400 とにより構成される。

【0061】

実施例 2 における位置測定システムでは、生体内無線装置 100 が各生体外無線装置 200 から送信される信号を受信し、自身の位置を測定する。

【0062】

図2は、生体内無線装置100の構成例を示す図である。同図に示す生体内無線装置100は、アンテナ101、送受信部110、制御部120、生体情報取得部130及び位置測定部140を備える。

【0063】

実施例1と同様、送受信部110は、制御装置400から生体外無線装置200を介して送信される、生体内無線装置100の動作を制御するための制御信号を、アンテナ101を介して受信し、制御部120へ送る。制御部120は、制御信号に基づいて、生体内無線装置100の移動や、投薬、生体内部の切断等の制御を行う。また、制御部120は、制御信号に基づいて、生体情報取得部130を制御する。生体情報取得部130は、カメラやマイクを内蔵しており、制御部120による制御に応じて、生体内を撮影したり、生体内の音を収集し、画像信号や音声信号を生体情報信号として送受信部110へ送る。送受信部110は、生体情報信号を、アンテナ101を介して生体外へ送信する。

【0064】

また、送受信部110は、各生体外無線装置200から送信される位置測定用の信号を受信し、位置測定部140へ送る。位置測定部140は、送受信部110における位置測定用信号の受信の態様に基づいて、生体内無線装置100の位置を測定する。

【0065】

以下、位置測定部140が、生体内無線装置100における各生体外無線装置200からの信号の受信時刻の差に基づいて生体内無線装置100の位置を測定する実施例（実施例2-1）、生体内無線装置100において受信された各生体外無線装置200からの信号の位相差に基づいて当該生体内無線装置100の位置を測定する実施例（実施例2-2）、及び、生体内無線装置100において受信された各生体外無線装置200からの信号の到来方向に基づいて生体内無線装置100の位置を測定する実施例（実施例2-3）について説明する。

（実施例2-1）

本実施例においては、生体内無線装置100内の位置測定部140は、生体内無線装置100における各生体外無線装置200からの信号の受信時刻の差に基

づいて生体内無線装置 100 の位置を測定する。具体的には、各生体外無線装置 200 は、位置測定用信号を送信する際に、これらの信号に現在時刻、即ち送信時の時刻（送信時刻）を含めて送信する。生体内無線装置 100 内の送受信部 110 は、位置測定用信号を受信すると、これらの信号に現在時刻、即ち受信時の時刻（受信時刻）を含めて位置測定部 140 へ送信する。

【0066】

位置測定部 140 は、位置測定用信号に含まれる送信時刻及び受信時刻と、既知である各生体外無線装置 200 の位置とに基づいて、生体内無線装置 100 の位置を測定する。具体的には、上述した実施例 1-1 と同様の手法であるので、その説明は省略する。

（実施例 2-2）

本実施例においては、生体内無線装置 100 内の位置測定部 140 は、生体内無線装置 100 において受信された各生体外無線装置 200 からの信号の位相差に基づいて当該生体内無線装置 100 の位置を測定する。具体的には、位置測定部 140 は、位置測定用信号の波長 λ 、生体内無線装置 100 の位置 p_0 、 i 番目の生体外無線装置 200 の位置 p_i に基づいて、 i 番目の生体外無線装置 200 からの位置測定用信号の受信位相 ϕ_i を上述した数 3 より求める。また、位置測定部 140 は、受信信号である位置測定用信号を上述した数 4 により求める。

【0067】

更に、位置測定部 140 は、 i 番目の生体外無線装置 200 からの信号の位相 ϕ_i と、 j 番目の生体外無線装置 200 からの信号の位相 ϕ_j との位相差 $\Delta\phi_{ij} \equiv \phi_i - \phi_j$ を、上述した数 5 を用いてこれら受信信号の相関を求めることにより導出する。

【0068】

一方、生体内無線装置 100 から i 番目の生体外無線装置 200 までの距離と、生体内無線装置 100 から j 番目の生体外無線装置 200 までの距離との差 r_{ij} は、上述した数 6 となる。また、位置測定部 140 は、この距離差 r_{ij} を、位相差 $\Delta\phi_{ij}$ に基づいて、上述した数 7 より求める。

【0069】

位置測定部 140 は、2 個の生体外無線装置 200 の組み合わせを 3 組形成し、各組み合わせに対応する位相差を、それぞれ数 7 に代入する。更に、位置測定部 140 は、数 7 の値のそれぞれを数 6 に代入して 3 元連立方程式を生成する。そして、位置測定部 140 は、この 3 元連立方程式を解くことにより、生体内無線装置 100 の位置 (x_0 , y_0 , z_0) を求める。

(実施例 1-3)

本実施例においては、生体内無線装置 100 内の位置測定部 140 は、各生体外無線装置 200 からの信号の到来方向に基づいて生体内無線装置 100 の位置を測定する。この場合、生体内無線装置 100 内のアンテナ 101 には、上述した実施例 1-3 における生体外無線装置 200 内のアンテナ 201 と同様、アレーアンテナが用いられ、特に、構成を簡単にすべく、リニアアレーが用いられる。具体的な位置測定の手法は、上述した実施例 1-3 と同様の手法であるので、その説明は省略する。

【0070】

なお、位置測定部 140 は、生体内無線装置 100 の移動経路が既知である場合には、その経路情報をも用いて位置を測定することにより、測定精度を向上させることができる。

【0071】

生体内無線装置 100 内の位置測定部 140 は、上述した手法により測定した生体内無線装置 100 の位置の情報を、送受信部 110 を介して生体外無線装置 200 へ送信する。生体外無線装置 200 は、この位置情報を更に制御装置 400 へ送信する。制御装置 400 は、受信した生体内無線装置 100 の位置情報を、例えばモニタに表示することにより、利用者へ通知する。

【0072】

図 11 は、実施例 2 における位置測定システムの動作を示すシーケンス図である。生体外無線装置 200 は、位置測定用信号を送信する (ステップ 201)。生体内無線装置 100 は、この位置測定用信号の受信の態様を認識し (ステップ 202)、この受信態様に基づいて、生体内無線装置 100 の位置を測定する (ステップ 203)。

【0073】

更に、生体内無線装置100は、測定した当該生体内無線装置100の位置の情報を生体外無線装置200へ送信する（ステップ204）。生体外無線装置200は、この位置情報を受信し、制御装置400へ送信する（ステップ205）。制御装置400は、受信した位置情報を利用者へ通知する（ステップ206）。

【0074】

このように、本実施形態の位置測定システムでは、位置測定装置300は、複数の生体外無線装置200における、生体内無線装置100からの生体情報信号や位置測定用信号の受信の態様、具体的には、各生体外無線装置200における信号の受信時刻の差、信号の位相差、信号の到来方向の何れかに基づいて、生体内無線装置100の位置を的確に測定することができる。

【0075】

また、本実施形態の位置測定システムでは、生体内無線装置100は、複数の生体外無線装置からの信号の受信の態様、具体的には、生体外無線装置200からの信号の受信時刻の差、信号の位相差、信号の到来方向の何れかに基づいて、自身の位置を的確に測定することができる。

【0076】**【発明の効果】**

上述の如く、本願発明によれば、生体内に投入された機器の位置を的確に測定することができる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

実施例1における位置測定システムの構成例を示す図である。

【図2】

実施例1における生体内無線装置の構成例を示す図である。

【図3】

生体情報信号と位置測定用信号の多重化の様子を示す図である。

【図4】

実施例 1 における生体外無線装置及び位置測定装置の構成例を示す図である。

【図 5】

等位相差面の一例を示す図である。

【図 6】

リニアアレーの概念図である。

【図 7】

光技術を適用した生体外無線装置及び位置測定装置の構成例を示す図である。

【図 8】

実施例 1 における位置測定システムの動作を示すシーケンス図である。

【図 9】

実施例 2 における位置測定システムの構成例を示す図である。

【図 1 0】

実施例 2 における生体内無線装置の構成例を示す図である。

【図 1 1】

実施例 2 における位置測定システムの動作を示すシーケンス図である。

【符号の説明】

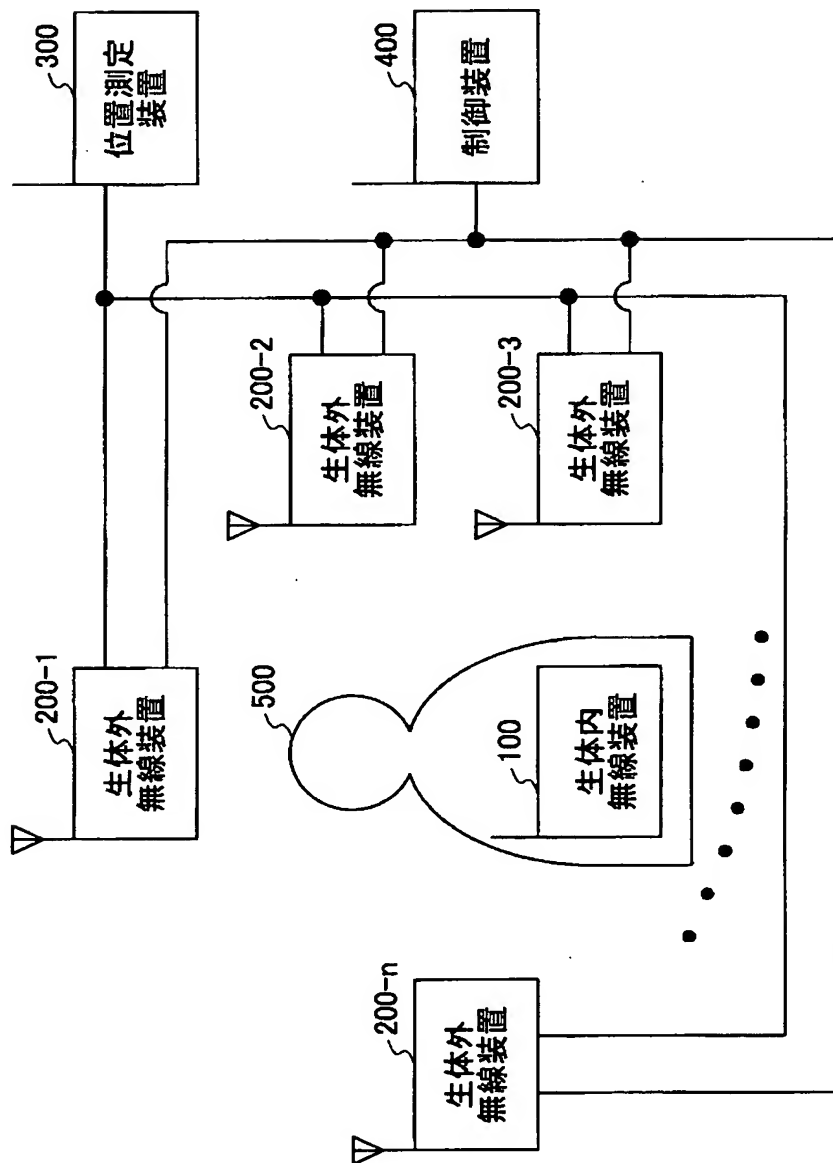
- 1 0 0 位置測定装置
- 1 0 1、2 0 1 アンテナ
- 1 1 0、2 1 0、3 1 0 送受信部
- 1 2 0 制御部
- 1 3 0 生体情報取得部
- 1 4 0、3 2 0 位置測定部
- 2 0 0 - 1 ~ 2 0 0 - n 生体外無線装置
- 2 1 1 光源
- 2 1 2、2 5 0 光ファイバ
- 2 1 3 光変調器
- 3 0 0 位置測定装置
- 3 1 1 光検出器
- 3 2 1 信号処理装置

【書類名】

図面

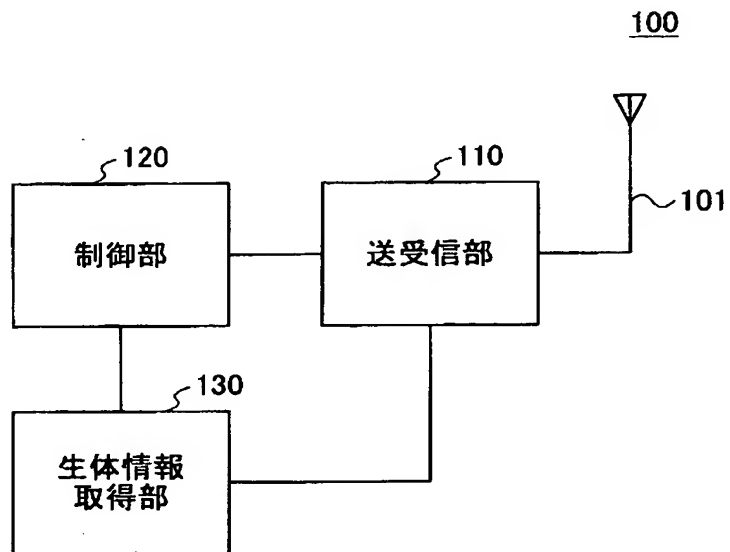
【図 1】

実施例 1 における位置測定システムの構成例を示す図



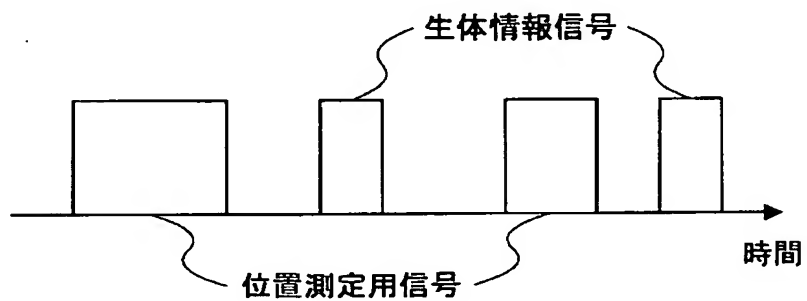
【図 2】

実施例 1 における生体内無線装置の構成例を示す図



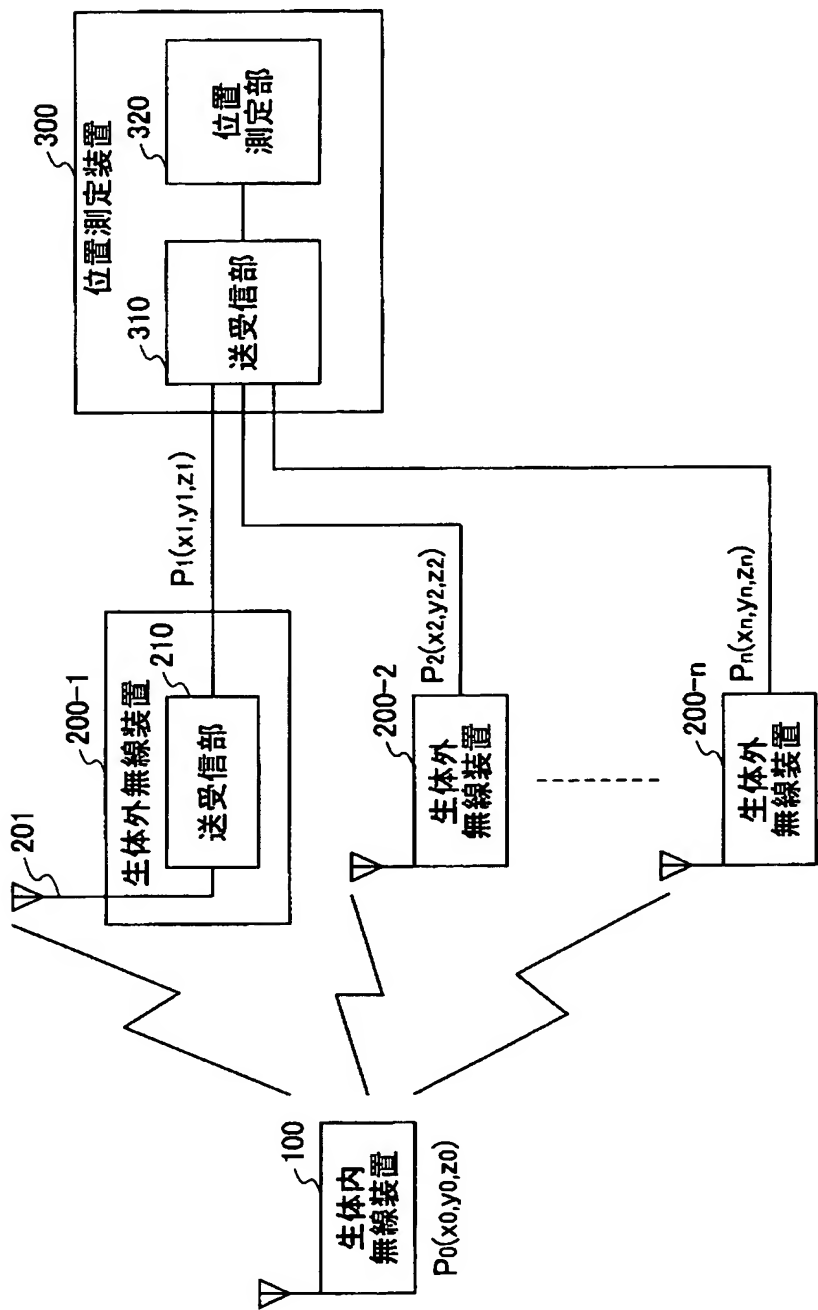
【図 3】

生体情報信号と位置測定用信号の多重化の様子を示す図



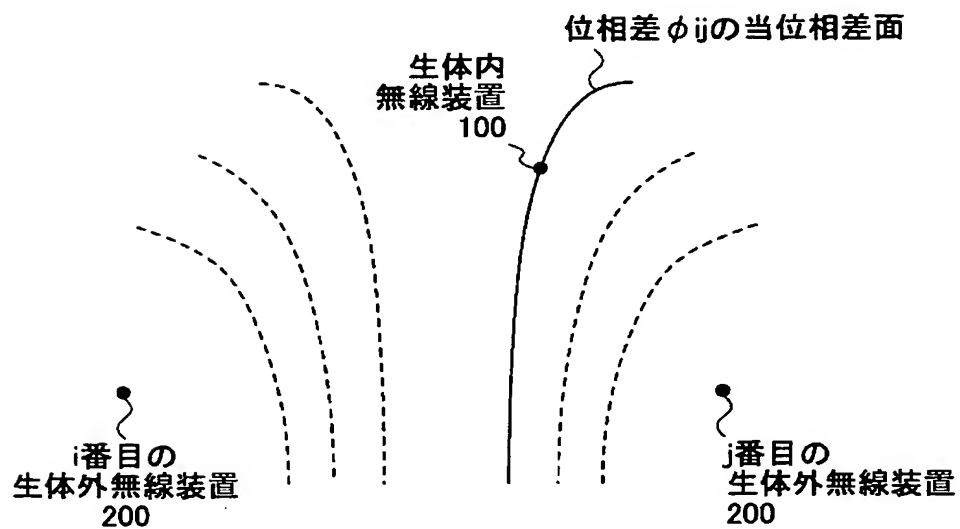
【図 4】

実施例 1 における生体外無線装置
及び位置測定装置の構成例を示す図



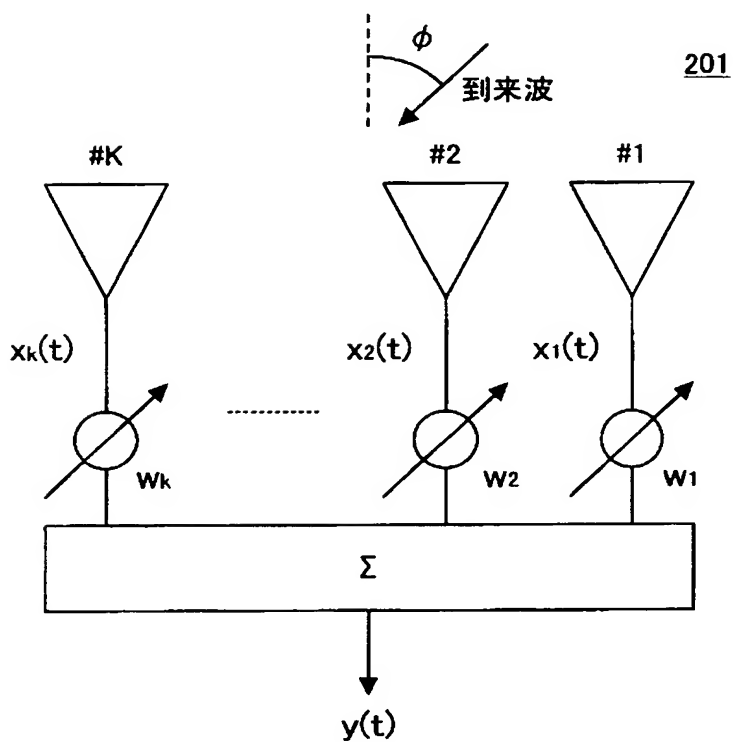
【図5】

等位相差面の一例を示す図



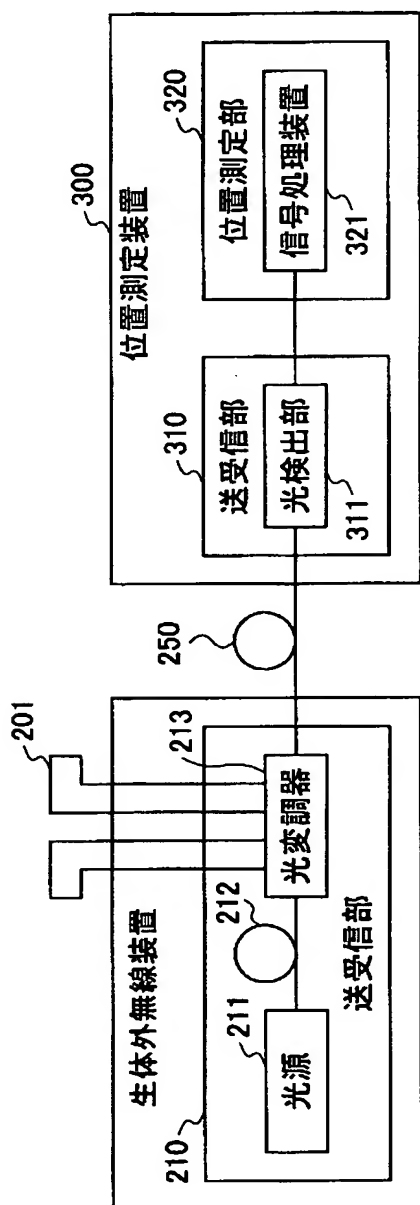
【図 6】

リニアアレーの概念図



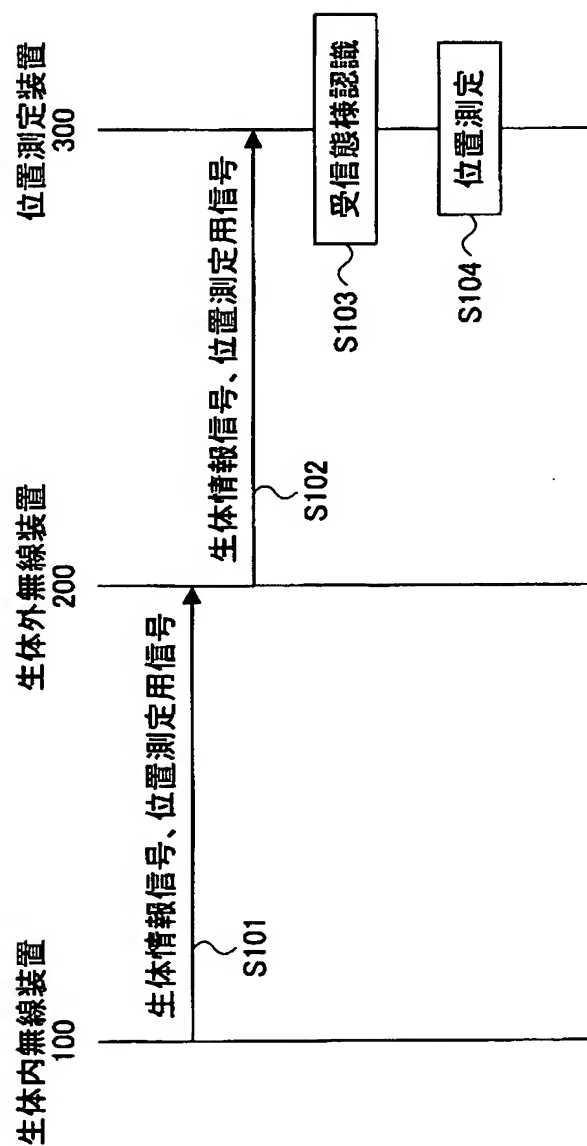
【図 7】

光技術を適用した生体外無線装置
及び位置測定装置の構成例を示す図



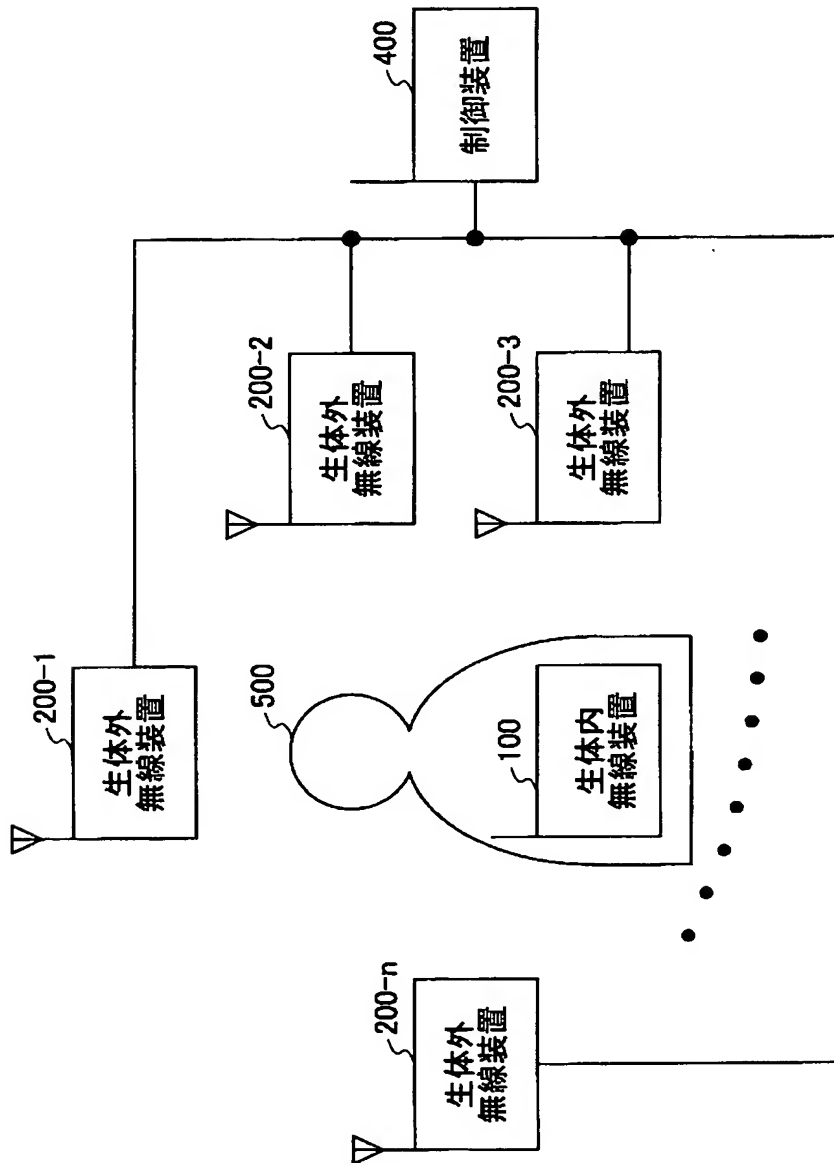
【図 8】

実施例 1 における位置測定システムの動作を示すシーケンス図



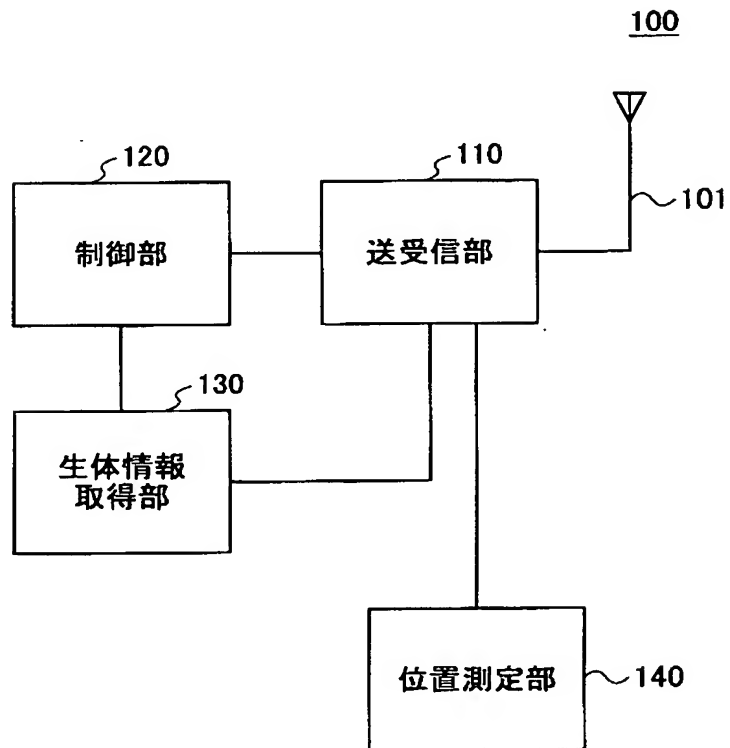
【図 9】

実施例 2 における位置測定システムの構成例を示す図



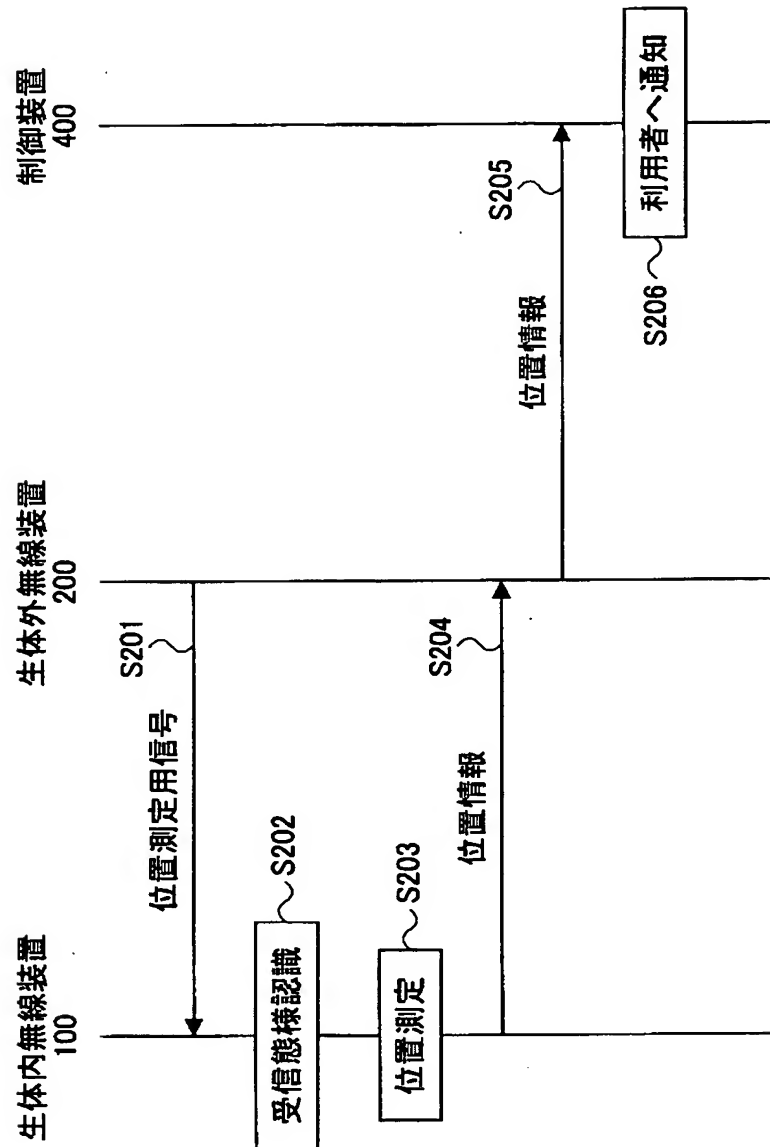
【図 10】

実施例 2 における生体内無線装置の構成例を示す図



【図 11】

実施例 2 における位置測定システムの動作を示すシーケンス図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 生体内に投入された機器の位置を的確に測定することが可能な位置測定方法、位置測定システム、位置測定装置及び生体内無線装置を提供する。

【解決手段】 生体内無線装置 1 0 0 は、生体情報信号や位置測定用信号を送信、生体外無線装置 2 0 0 は、これらの信号を受信する。位置測定装置 3 0 0 は、複数の生体外無線装置 2 0 0 における、生体内無線装置 1 0 0 からの生体情報信号や位置測定用信号の受信の態様、具体的には、各生体外無線装置 2 0 0 における信号の受信時刻の差、信号の位相差、信号の到来方向の何れかに基づいて、生体内無線装置 1 0 0 の位置を測定する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 0 8 7 3 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 2 0 2 6 6 9 3]

1 . 変更年月日
[変更理由]

2 0 0 0 年 5 月 1 9 日

名称変更

住所変更

住 所
氏 名

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号
株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ